

ХВОРОБИ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПОВ'ЯЗАНІ З НИМИ ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Акулов О.Ю., Заслужений працівник освіти України, канд. біол. наук, доцент кафедри мікології та фітоімунології Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна

ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ХВОРОБИ ЗБЕРІГАННЯ

Різноманітні продукти рослинництва є чутливими до хвороб зберігання різною мірою. Зерно злаків та горіхи можна віднести до продуктів тривалого зберігання. Самою природою цих структур передбачено перенесення несприятливих умов навколишнього середовища та здатність відтворювати нову рослину після періоду спокою. Вони є механічно цільними, а запасні поживні речовини в них зберігаються у сухій та важкодоступній формі (крохмаль, білок, жир). Дещо гірше зберігаються коренеплоди (функція їх нетривалого збереження також є фізіологічно обумовленою). Але найбільш гостро проблема зберігання постає для зелених овочів та соковитих плодів. Їх фізіологічна активність не розрахована на тривалий проміжок часу, а природним механізмом старіння є запрограмована загибель клітин. Вони є м'якими та легко травмуються під час збирання та транспортування. Крім того, через високий вміст води та розчинних цукрів в тканинах, вони достатньо легко колонізуються різноманітними мікроорганізмами.

Господарства, що спеціалізуються у сфері рослинництва, зазвичай розглядають псування врожаю під час його зберігання переважно в економічній площині (які засоби захисту рослин треба обрати, скільки коштів треба на це витратити, скільки відсотків продукції це дозволить зберегти і чи буде все це врешті-решт виправдано). Але насправді ця проблема є значно ширшою і має інші важливі аспекти. Лише глибоке розуміння суті проблеми дозволить відійти від практики сліпого механістичного використання тих чи інших технологій та організувати належний та ефективний захист врожаю. У цьому розділі ми хотіли б навести короткий нарис основних відомостей про ураження соковитих фруктів та овочів мікроскопічними грибами, шкодочинність хвороб зберігання та сучасні методи боротьби з цими захворюваннями.

Перед тим, як розглядати специфічні проблеми зберігання продуктів садівництва та овочівництва, хотілося б звернути увагу читачів на дуже просте для розуміння, але зазвичай недооцінене питання. Що є найціннішою частиною плоду для людини, що його вирощує, та для самої рослини? Візьмемо будь який соковитий плід, наприклад, яблуні або винограду. Для людини важливим є соковитий оплодень, що є основним джерелом поживних речовин та вітамінів. Натомість для рослини найбільш важливою частиною плоду є насіння.

Основною метою квітіння, запліднення та подальшого визрівання плоду у рослини є формування насіння та пов'язане з ним статеве розмноження. Натомість, біологічна функція соковитого оплодня обмежується приверненням уваги тварин, які допомагають у розповсюдженні насіння.

Що дозріває раніше – насіння або оплодень? Зазвичай те, що є найбільш важливим для самої рослини – насіння. Саме тому, у плодах томата спочатку повністю визріває насіння, а лише після цього він починає червоніти.

До якого часу рослина намагається активно протистояти натиску шкідливих грибів? До того, коли на ньому повністю дозріє насіння. На той момент, коли насіння визріло, у плодах зазвичай вже не відбувається активних захисних реакцій, вони старіють та починають вмирати. І саме тому, здатність заселити їх отримують навіть сапротрофні гриби: аспергили, пеніцилії, мукор та ін.

Важкість організації захисту соковитих плодів під час їх зберігання визначається не лише їх механічною структурою та хімічним складом, але й відсутністю активних захисних реакцій з боку рослини.

Головною причиною виникнення хвороб зберігання соковитих плодів є **мікроскопічні гриби**. Умовно їх можна розділити на дві великі групи: **паразитичні (фітопатогенні)** та **сапротрофні**. Кожна з вищеназваних груп грибів має свої особливості заселення рослин. Паразитичні гриби розпочинають свій розвиток ще у період вегетації, але інколи здатні продовжувати харчування на плодах під час їх зберігання. Прикладом таких грибів є збудники моніліозу (*Monilinia fructigena* та *Monilinia laxa*), сірої гнилі (*Botrytis cinerea*), бурої плямистості (*Schizothyrium pomi*), альтернаріозу (*Alternaria spp.*). Сапротрофні гриби не мають можливості інфікувати живу здорову рослину і зазвичай заселяють плоди вже після збору врожаю (під час їх транспортування та зберігання). Прикладом таких грибів є **плісняви зберігання**, що викликаються видами родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichothecium*, *Mucor*, *Rhizopus* та ін.

Наведена вище класифікація не є бездоганною, адже у деяких видів грибів (наприклад, *Fusarium spp.*), певні ізоляти можуть бути агресивними до живих рослин, а інші здатні колонізувати лише мертві. Але ця класифікація дозволяє зрозуміти два принципово різні підходи до обмеження шкодочинності різних за біологією груп грибів. **Для обмеження розвитку на плодах видів фітопатогенних грибів, найбільш важливим є організація боротьби з ними ще у період вегетації рослин.** Що ефективнішою буде боротьба з ними «в полі», то менше їх буде під час зберігання продукції. **Для обмеження розвитку сапротрофних грибів дуже важливими є мінімізація травмування плодів, адже переважна більшість видів грибів-сапротрофів проникають у рослину через рани.** Слід мінімізувати травмування плодів під час збирання та

транспортування. Крім того, плоди, що мають зберігатися тривалий час, не повинні бути пошкодженими шкідниками.

Деякі хвороби плодів не є причиною хвороб зберігання, але істотно впливають на псування врожаю. Зокрема парша яблук та груш (збудник *Venturia inaequalis*) сприяє інтенсивному розвитку на плодах рожевої (гіркої) гнилі. Показано, що збудник рожевої гнилі *Trichothecium roseum* часто проникає у плоди саме через місця їх ураження паршею.

ХВОРОБИ ЗБЕРІГАННЯ ТА НАКОПИЧЕННЯ МІКОТОКСИНІВ У ПРОДУКЦІЇ

В процесі життєдіяльності за будь який поживний субстрат конкурують різноманітні живі істоти. Для пригнічення розвитку конкурентів мікроскопічні гриби виділяють у навколишнє середовище дуже різноманітні отрути. В результаті такої боротьби зазвичай виживають ті види, які здатні продукувати найбільш небезпечні токсини і, водночас, ефективно долати токсини видів-конкурентів. Мало хто замислюється над питанням: навіщо гриб пеніцил, що розвивається на цвілому хлібі, продукує антибіотики? Зрозуміло, що зовсім не для того, щоб лікувати людину від застуди. Антибіотик пеніцилін потрібен грибу для пригнічення розвитку бактерій-конкурентів. Просто людина навчилася використовувати цю речовину у власних цілях.

Серед токсинів, що продукуються цвілевими грибами є чимало таких, що становлять загрозу для життя та здоров'я людини. В продуктах рослинництва під час їх зберігання часто накопичуються дуже небезпечні для людини грибні токсини – **мікотоксини**. Термін «мікотоксин» можна застосовувати для отрут грибної природи, що відповідають чотирьом вимогам. Це мають бути низькомолекулярні органічні речовини (1), які продукуються мікроскопічними грибами (2), проявляють токсичні властивості по відношенню до людини та інших хребетних тварин (3) і діють навіть у незначних концентраціях (4).

Патологічні зміни в організмі людини і тварин, викликані вживанням їжі забрудненої мікотоксинами, називають **микотоксикозами**. В залежності від природи токсичної речовини та механізму її впливу на організм, клінічні прояви мікотоксикозів є вкрай різноманітними:

- ✓ **токсичні** (супроводжуються пригніченням або навіть загибеллю клітин);
- ✓ **мутагенні** (провокують мутації клітин);
- ✓ **канцерогенні** (провокують розвиток онкологічних захворювань);
- ✓ **тератогенні** (провокують виникнення каліцтв у дітей під час їх внутрішньоутробного розвитку);
- ✓ **ембріотоксичні** (призводять до отруєння плоду у вагітних);
- ✓ **алергенні** (викликають алергічні реакції);
- ✓ **імуносупресорні** (пригнічують імунну систему).

На прояв мікотоксикозів впливає цілий ряд факторів: тип токсину, його кількість і тривалість впливу, а також вік, стать і стан конкретної людини, що отруїлася (генетичний та імунологічний статус, дефіцит вітамінів, алкогольне сп'яніння, супутні захворювання тощо). Отруєння може протікати в **гострій** або **хронічній формі**.

Соковиті плоди рослин часто містять у своєму складі мікотоксини. У таблиці 1 наведено перелік мікотоксинів, що є найбільш поширеними у фруктах та овочах, а також назви грибів, що їх продукують. Як видно з таблиці, основна маса продуцентів цих токсинів це плісняви зберігання. Ступінь колонізації продуктів харчування цвілевими грибами і, відповідно, вміст в них мікотоксинів, поступово збільшуються в процесі зберігання продукції. Тому розглядати хвороби зберігання відокремлено від проблеми мікотоксикозів навряд чи виправдано.

Таблиця 1.

Найбільш поширені мікотоксини у фруктах та овочах та їх продуценти

Мікотоксини	Продуценти
Патулін	<i>Penicillium spp. (P. expansum)</i>
Охратоксин А	<i>Aspergillus sect. Nigri (A. niger, A. carbonarius)</i>
Афлатоксини	<i>Aspergillus sect. Flavi (A. flavus, A. parasiticus)</i>
Трихотеценові токсини	<i>Trichothecium roseum, Fusarium spp.</i>
Альтернарієві токсини	<i>Alternaria spp.</i>

Патулін є найбільш поширеним мікотоксином, що міститься у соковитих плодах рослин. Цей токсин був вперше виявлений в 1943 р. у культуральній рідині гриба *Penicillium patulum*. Ця речовина мала виражену антибактеріальну активність і деякий час навіть використовувалося як антибіотик (аналог пеніциліну). У 1960-ті рр. була встановлена токсичність патуліну для людини і його було визнано мікотоксином.

Основні продуценти цього токсину – цвілеві гриби *Penicillium patulum* і *Penicillium expansum*. Ці види колонізують переважно соковиті фрукти та овочі. Як наслідок, патулін часто виявляється в соках: томатному, яблучному, персиковому та ін. Не є таємницею, що для виготовлення соків інколи використовується не цілком якісна сировина. «Красиві» яблука або томати зазвичай надходять на прилавки магазинів у свіжому вигляді, а травмовані або зіпсовані йдуть на виготовлення соків. Ось такі продукти і становлять найбільшу небезпеку отруєння патуліном. В процесі зберігання плодів ступінь їх колонізації цвілевими грибами зростає, відповідно, поступово зростає вміст в них патуліну.

Токсин патулін пригнічує синтез білка, ДНК, РНК, а також ферменти, що містять в активному центрі SH-групи. Має високі мутагенні властивості.

Охратоксини є другою за поширенням групою мікотоксинів, представники якої здатні накопичуватися у соковитих плодах рослин. Ці токсини були вперше виділені з гриба *Aspergillus ochraceus* у 1965 р. У наступні роки вони також були виявлені у інших видів роду *Aspergillus* з секції *Nigri* та деяких видів роду *Penicillium* (наприклад, *Penicillium verrucosum*). Існує кілька різних охратоксинів (А, В і С), серед яких найбільш небезпечним для людини є охратоксин А.

Охратоксин А порушує транспорт амінокислоти фенілаланіну і синтез АТФ в мітохондріях, а також стимулює перекисне окислення ліпідів в мембранах. Основні органи людини, що ушкоджуються – нирки і печінка. Відносно нещодавно було доведено, що саме охратоксин А є основною причиною так званої «ендемічною Балканської нефропатії» – хронічного нефриту у жителів Румунії, Болгарії та колишньої Югославії. Це захворювання обумовлено частим вживанням мешканцями Балкан вин домашнього приготування, які містять охратоксини. Крім того, охратоксини є потужними імуносупресантами, тератогенами і канцерогенами.

Афлатоксини вперше було виявлено та охарактеризовано у 1962 р. Основним продуцентом цих токсинів є пліснявий гриб аспергил жовтий (*Aspergillus flavus*). Власне, від латинської назви цього гриба і походить назва всієї групи токсинів. Здатність синтезувати афлатоксини зареєстрована також у інших видів роду *Aspergillus* з секції *Flavi*.

Вплив афлатоксинів на організм людини є досить різноманітним: токсигенний, мутагенний, тератогенний, канцерогенний та ембріотоксичний. Основний орган людини, що ушкоджується – печінка. Встановлено, що цитохром Р450-оксидаза печінки людини переводить афлатоксини в форму 8,9-епоксидів. У цій формі афлатоксини мають високу біологічну активність і здатні необоротно зв'язуватися з ДНК і білками, що може призвести до загибелі клітини. Крім того епоксидна форма афлатоксину провокує ГЦ - ТА трансверсії нуклеотидів в ДНК і блокує ген-пригнічувач пухлиноутворення p53.

При гострому афлатоксикозі спостерігається летальний ефект, що викликаний загибеллю клітин печінки. Але у переважній більшості випадків спостерігається хронічний афлатоксикоз, що може проявлятися у вигляді печінкової недостатності, пригнічення роботи імунної системи і, часто, раку печінки. Доведено, що саме афлатоксини є основною причиною виникнення раку печінки у людини. У країнах з низькою культурою землеробства частота виникнення раку печінки є в 20 разів вищою, ніж у розвинених. Вірусні інфекції печінки (наприклад, гепатит В) багаторазово підвищують ймовірність виникнення раку печінки при вживанні афлатоксинів.

Трихотеценові токсини являють собою найбільш великий і різноманітний клас мікотоксинів, який налічує близько 80 різних отрут. Ці токсини синтезуються грибами з родів *Fusarium*, *Cephalosporium*, *Myrothecium*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*, *Trichothecium* та ін. Перший представник цієї групи токсинів був виділений в 1948 р. з гриба *Trichothecium roseum*. Всі трихотеценові токсини є терпенами і залежно від структури молекули поділяються на 4 групи: А, В, С і D.

Група А - Т-2 токсин, діацетокси-скірпинол та ін.

Група В - трихотецин, дезоксиніваленол, ніваленол та ін.

Група С - рорідін А

Група D - кротоцин

За механізмом дії всі трихотецени є інгібіторами синтезу білка (пептидил-трансфераз та ін.) Вони мають цитотоксичну дію на усі клітини організму людини, з якими контактують і викликають різноманітні захворювання внутрішніх органів, а також неврологічні, імунологічні та дерматологічні хвороби. Трихотецени є одними з найбільш небезпечних для людини мікотоксинів. Більш того, деякі з них були взяті за основу при розробці зброї масового знищення.

Альтернарієві токсини привернули на себе увагу дослідників зовсім нещодавно. Вони продукуються різними видами роду *Alternaria*, зокрема *Alternaria alternata*. Ці токсини представлені трьома групами сполук:

1. дибензо- α -пірони:

альтернаріол (АН);

альтернаріол-монометилловий етер (Аме);

альтенуєн (АН).

2. тетраміни - тєнуазонова кислота (ТК);

3. похідні перилєну - альтєртоксини I, II і III (АТХ).

У соковитих плодах рослин найчастіше трапляються **альтернаріол** та **тєнуазонова кислота**.

Альтєрнарїєві токсини викликають низку хвороб людини: алїментарна алейкія, хвороба Кашина-Бека (ураження суглобів), нейропсихологічні розлади, рак стравоходу, неоплазію, некроз клітин печінки, нирок та нервової системи.

Результати багаторічних досліджень закономірностей накопичення мікотоксинів у різних соковитих плодах узагальнені у монографії «Mycotoxins in fruits and vegetables», що була опублікована у 2008 р. Зокрема, у цій книзі проаналізовано значення цілісності шкірки фруктів та овочів у поширенні мікотоксинів, міграцію мікотоксинів від уражених областей плоду до здорових, залежність вмісту мікотоксинів від площі та глибини ураження, а також роль консистенції фруктів і овочів у розповсюдженні мікотоксинів тканинами плоду.

Показано, що значна кількість грибів-продуцентів мікотоксинів інфікує плоди через рани і ступінь розвитку цих грибів під час зберігання продукції прямо корелює зі ступенем травмованості плодів. Водночас, плоди деяких рослин з тоненькою шкіркою (персик, абрикос) або змочених соком (вишня) можуть колонізуватися навіть в неушкодженому стані.

Встановлено, що міграція мікотоксинів всередині плоду залежить від вмісту води, механічної щільності та ступеня його внутрішньої гомогенності. В плодах винограду, персика та томатів мікотоксини розповсюджуються значно швидше, ніж у плодах яблуні.

Було проведено вивчення вмісту патуліну у механічно щільних плодах яблуні, інфікованих грибом *Penicillium expansum* з діаметром некротичної плями 3,6-4,8 см. Найбільший вміст патуліну спостерігався на глибині до 1 см від місця інфікування, певна кількість токсину була виявлена на глибині 2-3 см, і отрута майже не виявлялася на більшій глибині (рис. 1).

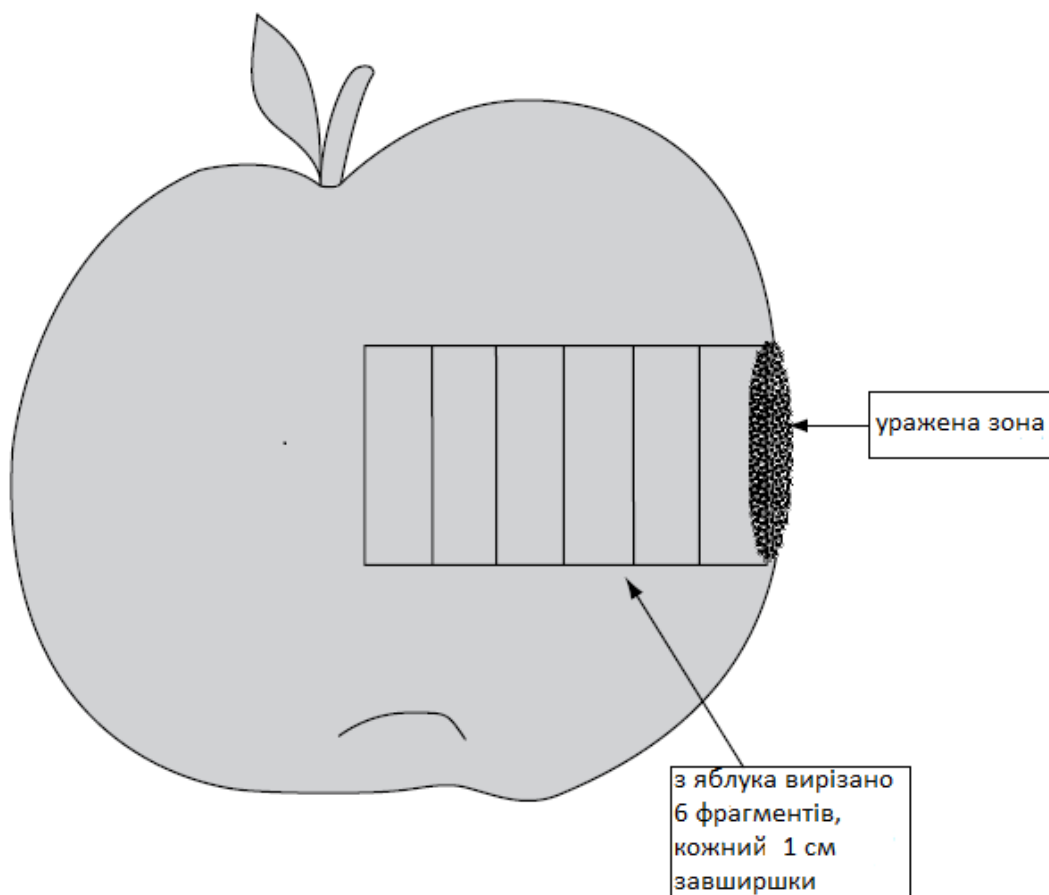


Рис. 1. Схема відбору зразків тканин яблук, інфікованих грибом *Penicillium expansum* при вивченні міграції патуліну (за *Mycotoxins in fruits and vegetables*, 2008).

Найбільш гостро проблема мікотоксикозів постає у господарствах, що намагаються практикувати **біологічне землеробство**. Деякі господарі взагалі не

захищають врожай від хвороб та шкідників. Часто можна почути думку «нехай я зберу менший врожай, нехай яблука будуть не дуже великі та красиві, але ця продукція буде більш природною». Ця точка зору є не лише хибною, але й небезпечною. Справа полягає в тому, що інфекційні хвороби та шкідники відкривають широкі можливості для розвитку у плодах токсигенних грибів. Встановлено, що яблуко, яке містить міцелій цвілевих грибів є набагато небезпечнішим для людини аніж остаточний вміст пестицидів, що залишилися у продукції. Це можна легко довести, порівнявши відомості про токсичність мікотоксинів та сучасних пестицидів (LD_{50}), а також про їх вміст у продукції при використанні різних технологій вирощування рослин.

Сучасне біологічне землеробство не можна розуміти як повне невтручання людини в процеси захисту рослин. Замість мінеральних добрив треба використовувати органічні, замість інсектицидів – гормональні пастки, жовті ліхтарі, хижих комах тощо, замість фунгіцидів – бактеріальні чи грибні біопрепарати. Ці технології є значно дорожчими та більш ризикованими, тому й готова продукція є значно дорожчою. І навіть за умов комплексного захисту рослин альтернативними (біологічними) методами не завжди вдається позбавитися проблеми розвитку токсигенних грибів.

Слід пам'ятати, що ігнорування сучасних технологій захисту рослин призводить не лише до кількісних, але й до якісних втрат врожаю і часто несе велику загрозу для споживачів продукції рослинництва.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ СОКОВИТИХ ПЛОДІВ ВІД ХВОРОБ ЗБЕРІГАННЯ

Дуже велике значення у дозріванні та зберіганні плодів рослин має **етилен**. Цей фітогормон є відповідальним за процеси **старіння** у рослин. Задля того, щоб недозрілі плоди швидко набули товарного вигляду (наприклад, зелені апельсини стали помаранчевими, а зелені банани жовтими) потрібна їх штучна обробка етиленом.

У різних груп рослин динаміка утворення етилену може дещо відрізнятись. За цим показником плоди розділяють на **клімактеричні** (яблуко, груша, абрикос, банан, томати) та **неклімактеричні** (виноград, вишня, малина, полуниця та цитрусові). У клімактеричних рослин спостерігається різке зростання дихальної активності в плодах та утворення великої кількості етилену на останніх етапах їх дозрівання (рис. 2), а у неклімактеричних цього не відбувається.

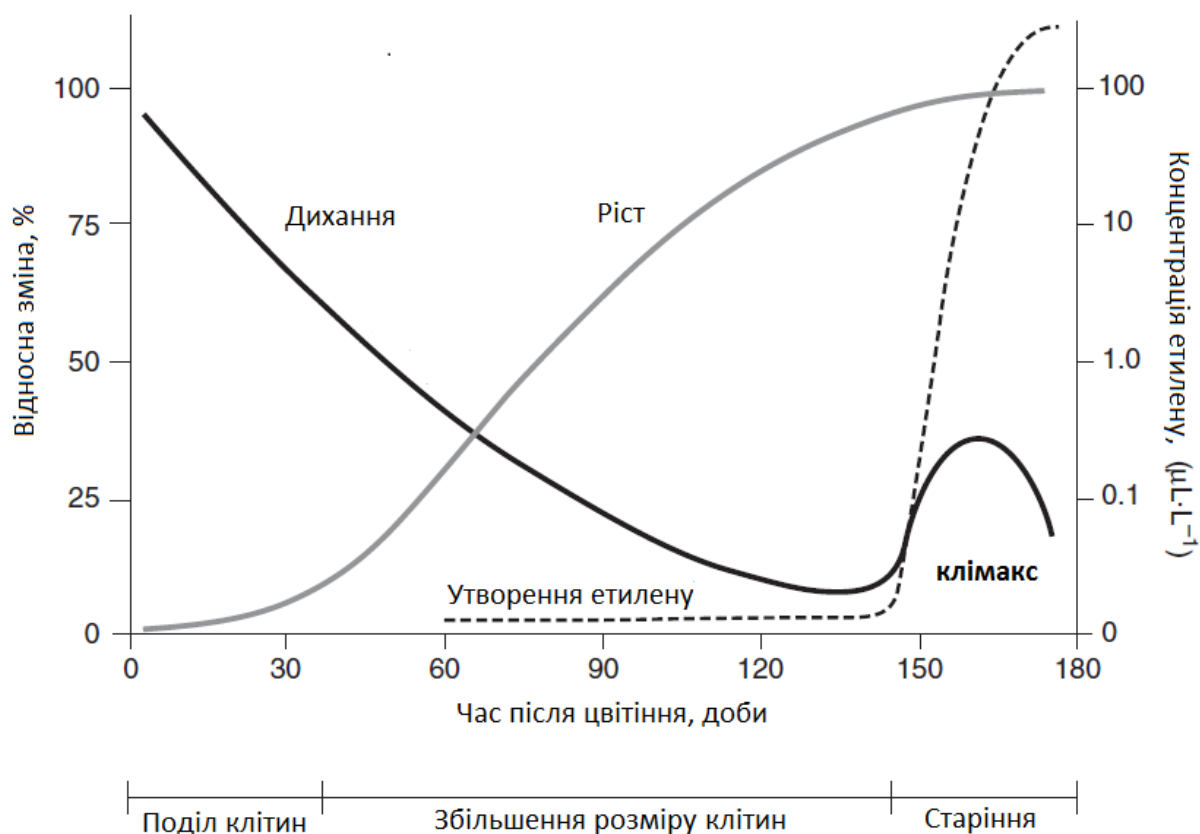


Рис. 2. Фізіологічні зміни, що відбуваються у плодах яблук під час їх дозрівання (за Екман, 2006).

Клімактеричні плоди рекомендується збирати трохи недозрілими (до настання повної спілості) і вони здатні поступово дозрівати вже під час зберігання. Видалення зайвого етилену з камер зберігання продукції дозволяє відтермінувати настання старіння плодів, і, відповідно, затримати розвиток на них сапротрофних грибів. Натомість, неклімактеричні плоди не здатні дозрівати при зберіганні.

Через те, що етилен є гормоном, він діє на рослини навіть у дуже низьких концентраціях. Тому контроль вмісту цього газу у сховищах продукції є надзвичайно важливим. Великий вміст етилену в повітрі викликає передчасну загибель клітин рослин.

Найпростішим способом видалення зайвого етилену є **вентиляція**, але цей метод заважає використанню інших технологій зберігання (підтримка температурного режиму, вологості та вмісту кисню). Тому зараз розроблений альтернативний метод запобігання негативного впливу етилену на врожай під час його зберігання — **каталітична конверсія**. Повітря пропускають через спеціальний прилад (**Swingcat, Swingtherm**), де воно нагрівається до 200⁰С над платиновим каталізатором. При цьому етилен трансформується у вуглекислий газ та воду.

Для того, щоб блокувати дію етилену на рослини під час зберігання врожаю, зараз також використовується група речовин, що відомі під узагальнюючою назвою – **антиетилен**. Найбільш розповсюдженими є **1-метилциклопропен (1-MCP)**, що блокує рецептори етилену та **тіосульфат срібла** – антагоніст етилену та **аміно-етиоксі-виніл-гліцин (AVG)** – інгібітор синтезу етилену.

Склад інших газів у повітрі (в першу чергу, кисню та вуглецю) також суттєво впливає на зберігання соковитих фруктів та овочів. **Зниження концентрації кисню уповільнює обіг речовин та запобігає старінню**. Найбільш вдалою є технологія, за якою для будь якої культури підбирається оптимальне співвідношення кисню та вуглецю в повітрі і приміщення вентилується саме такою сумішшю. Ця технологія отримала спеціальну назву **«modified atmosphere storage»** (модифікована атмосфера зберігання). Для зберігання деяких фруктів та овочів практикується **зниження тиску (розрідження повітря)** в камерах або **заміна повітря на газоподібний нітроген**. Основним недоліком зберігання продукції в камерах з низьким тиском є загроза втрати води через більш інтенсивне випаровування.

Після травмування або під час природного старіння певні органічні сполуки, що входять до складу плодів здатні окислюватися. Внаслідок цього, відбувається побуріння плодів, утворюється терпкий присмак та неприємний запах, розпочинається процес гниття що супроводжується втратою товарного вигляду. Задля запобігання цьому зазвичай використовують два прийоми: **зменшення вмісту кисню в повітрі** або **обробку плодів розчинами речовин-антиоксидантів**. У промислових масштабах часто використовуються такі антиоксиданти як **Етоксіквін** (1,2-дигідро,2,2,4-триметілхінолін-6-іл етер) та **DPA** (дифеніламін).

Дуже важливим інструментом для подовження терміну зберігання швидкопсувних плодів рослин є температурний режим. Охолодження приміщень сприяє уповільненню обміну речовин у плодах і, відповідно, їх старіння. Головною вимогою при підборі необхідної температури є неущкодження клітин рослини. Для деяких видів рослин (наприклад, груші) допускається досить низька температура – до -1°C . Але деякі тропічні фрукти та овочі (наприклад, банан) починають псуватися навіть за температури $+15^{\circ}\text{C}$. Найбільш вдалий результат вдається досягти за умов охолодження врожаю відразу ж після збирання й збереження постійної температури аж до моменту реалізації продукції. Така технологія отримала спеціальну назву **«cold chain»** (холодний ланцюг).

На здатність зберігатися суттєво впливають **умови мінерального живлення** рослин під час вегетації та вміст у плодах певних мінеральних речовин. За умов незбалансованого живлення у рослин часто виникають фізіологічні розлади і плоди псуються значно раніше. До суттєвого скорочення терміну зберігання фруктів та овочів зазвичай призводить **надлишкове азотне живлення рослин. Дефіцит фосфору** в рослинах негативно впливає на новоутворення мембранних структур в клітинах та процеси дихання. За даними літератури низький вміст фосфору у плодах може слугувати індикатором їх швидкопсуваності під час зберігання. Так само, термін зберігання плодів суттєво скорочується за умов **дефіциту кальцію**. Встановлено, що штучне насичення плодів іонами кальцію (зазвичай розчином хлориду кальцію) перед зберіганням сприяє підвищенню їх стійкості до гнилей.

За для того, щоб поліпшити зовнішній вигляд плодів та затримати їх псування, після збирання врожаю часто використовують процедуру нанесення **на їх поверхню штучного воскоподібного шару**. Цей шар блокує газообмін між плодами та атмосферою, а також заважає випаровувати воду. Безпосередньо перед нанесенням цього захисного шару або навіть під час його нанесення часто застосовують різноманітні фунгіциди. Перелік препаратів, що застосовуються для нанесення воскоподібного шару, досить великий. Препарати **Tal prolong, Biofresh та Semperfresh** являють собою етери жирних кислот та карбоксиметилцелюлози. Препарат **Nutri-Save** є карбоксиметилхітозаном. Досить поширеним антипреспирантом є **Vapor Gard** або **Пінолін**, що складається з молекул ди-1П-ментена. Для нанесення воскоподібного шару на плоди інколи використовують природний дисахарид **трегалозу** або **грибний цукор**.

Перелік **фунгіцидних препаратів** та способів їх застосування також є достатньо великим. Для захисту соковитих плодів від хвороб зберігання найчастіше використовують **беноміл, каптан, цирам, флузілазол, тіабендазол, флудіоксоніл, імазаліл, іпрадіон та трифлорексіробін**. Дуже ефективними проти хвороб зберігання є **борати** – біоорганічні сполуки, етери борної кислоти. Інколи використовується фумігація плодів сумішшю **оксиду нітрогену N_2O (80%) та кисню (20%)**.

При обробці плодів протруйниками практикується низка методів: **занурення, обприскування, пропускання через потік розчину фунгіциду, опудрювання, фумігація та розкладання плодів на спеціальні мати, що просочені протруйниками** (так звані хімічні подушки). Вибір конкретного препарату та методу його нанесення визначається низкою факторів (рослина,

яку треба зберігати, проблема, яку треба подолати, технологія зберігання, що використовується у господарстві тощо).

Такі речовини як **метилжасмонова кислота**, **саліцилова кислота** та препарат **Ацибензолар** є індукторами **системної набутої стійкості** рослин до хвороб і також інколи використовуються для захисту плодів від хвороб зберігання. Але є низка застережень щодо доцільності використання цих речовин на плодах.

Альтернативою хімічним є **біологічні методи захисту** плодів від хвороб зберігання з використанням культур грибів або бактерій. Деякі штами **дріжджових грибів** проявляють антагоністичні властивості по відношенню до *Penicillium spp.* Опудрювання поверхні плодів цитрусових культур спорами *Candida oleophila*, *C. guilliermondii* та *Debaryomyces hansenii* дозволяє захистити їх від цвілевих грибів. Вид *Candida sake* знайшов практичне використання у захисті яблук та груш. **Міцеліальний гриб** *Aureobasidium pullulans* використовується для захисту яблук, полуниці та винограду від пліснявих грибів *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum*, *Rhizopus stolonifer* та *Aspergillus niger*. Гриби *Trichosporon pullulans*, *Cryptococcus laurentii*, *Rhodotorula glutinis* та *Pichia membranifaciens* є ефективними при боротьбі з *Alternaria alternata*, *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea* та *Rhizopus stolonifer* на черешні. Аналогічним чином застосовуються **бактеріальні біопрепарати** на основі культур певних штамів *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas cepacia*, *P. syringae* *Rahnella aquatilis* та *Serratia plymuthica*.

З наведених вище матеріалів стає зрозумілим, що проблема боротьби з хворобами зберігання є складною та багатогранною і її неможна вирішити виконанням одного-двох простих алгоритмів. У значній частці вітчизняних робіт, що присвячені цій темі, наводяться досить спрощені технологічні рекомендації: «зібрати в такий-то строк, обробити таким-то протруйником в такий-то концентрації, зберігати при такий-то температурі та вологості». Насправді, технології захисту будь-якої культури є значно складнішими. Все починається з умов вирощування рослин (внесення добрив, захист від хвороб та шкідників, знищення уражених рослинних залишків). Дуже важливими є методи збору та транспортування, а також санітарний стан приміщень для зберігання. І, врешті-решт, існує безліч прийомів організації саме зберігання продукції. В межах однієї невеликої роботи неможливо надати конкретні рекомендації по захисту рослин, бо це має вирішуватися індивідуально, враховуючи особливості господарства та культури. Але, сподіваємось, нам вдалося ознайомити читача з сучасним станом дослідженості та підштовхнути його до більш серйозного та осмисленого ставлення до цієї проблеми.